

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 522 475 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **92111382.5**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01F 27/32, H01F 27/28,  
H01F 41/12**

22 Anmeldetag: **04.07.92**

30 Priorität: **10.07.91 DE 4122796**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.01.93 Patentblatt 93/02**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE FR GB IT**

71 Anmelder: **ABB PATENT GmbH**  
**Kallstadter Strasse 1**  
**W-6800 Mannheim 31(DE)**

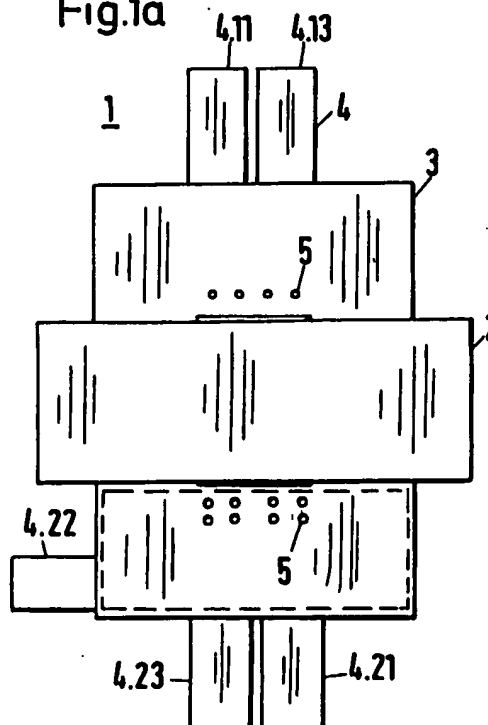
72 Erfinder: **Pilnlak, Jürgen**  
**Elfsen 6**  
**W-4772 Bad Sassendorf(DE)**  
Erfinder: **Struck, Hermann**  
**Kleiner Sandweg 25**  
**W-4700 Hamm 1(DE)**

74 Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**  
**c/o ABB Patent GmbH, Postfach 10 03 51**  
**W-6800 Mannheim 1(DE)**

54 **Induktives Bauelement und Verfahren zu seiner Herstellung.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein induktives Bauelement mit wenigstens zwei Wicklungen und ein Verfahren zu seiner Herstellung. Um eine kompakte Bauweise und ein kostengünstiges Herstellungsverfahren zu erreichen, wird ein Wicklungspaket (3) mit übereinander gestapelter Anordnung von Isoliermaterialschichten (9) und Schichten aus strukturiertem Metallblech (11) vorgeschlagen. Die strukturierten Metallbleche (11) stellen flache, spiralförmige Wicklungen (7,8) dar, die zwischen Isolierschichten (9) eingebettet und unter Temperatur- und Druckeinwirkung zu einem Wicklungspaket (3) verbacken sind. Elektrische Verbindungen zwischen Wicklungsanschlüssen (13) und zu äußeren Anschlüssen (4) werden mit Hilfe von Verbindungsstiften (6) hergestellt, die in senkrecht zur Schichtenebene eingebrachte Bohrungen (5) eingepreßt und dadurch mit den jeweiligen Metallblechen (11) kaltverschweißt sind.

Fig.1a



Die Erfindung bezieht sich auf ein induktives Bauelement mit wenigstens zwei Wicklungen und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauelements.

Induktive Bauelemente sind zum Beispiel Transformatoren, Übertrager, Wandler oder Drosselspulen.

Es ist allgemein bekannt, daß solche induktive Bauelemente nach dem Stand der Technik dadurch hergestellt werden können, daß lackisolierte Kupferrunddrähte oder isolierte Flachkupferbänder auf Spulenkörper als Wickelträger gewickelt werden. Zur Isolierung von Wicklungen gegeneinander werden Isolationsfolien mitgewickelt oder es werden zum Beispiel Mehrkammerspulkörper verwendet. In manchen Fällen ist ein zusätzlicher Gießharzverguß oder eine Imprägnierung erforderlich.

Die bekannten induktiven Bauelemente haben ein relativ großes Bauvolumen und erfordern einen hohen Materialeinsatz. Die Herstellung erfordert komplizierte Wickelmaschinen oder lohnintensive Herstellverfahren.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, verbesserte induktive Bauelemente bzw. ein verbessertes Herstellverfahren für solche Bauelemente anzugeben.

Diese Aufgabe wird gelöst, durch ein induktives Bauelement, insbesondere Transformator mit wenigstens zwei Wicklungen, von denen jede eine oder mehrere Windungen aufweisen kann, wobei alle Wicklungen in einem gemeinsamen Wicklungspaket angeordnet sind, das als mehrschichtige Stapelanordnung ausgeführt ist. Es sind abwechselnd Isoliermaterialschichten und strukturierte Metallschichten als Wicklungen übereinander gestapelt und zum Beispiel durch Temperatur- und Druckeinwirkung während der Herstellung zum Wicklungspaket dauerhaft verbunden. Elektrische Verbindungen zwischen zu kontaktierenden, strukturierten Metallschichten sind mittels metallischen Verbindungsstiften hergestellt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen induktiven Bauelements ergeben sich aus der untenstehenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels und den Patentansprüchen.

Die erfindungsgemäßen induktiven Bauelemente zeichnen sich durch eine besonders kleine Baugröße und durch eine erzielte Materialeinsparung aus, da zum Beispiel kein gesonderter Spulenkörper benötigt wird. Den elektrischen Isolationsanforderungen kann bei kleinerem Raumbedarf entsprochen werden. Die induktiven Bauelemente können kostengünstig hergestellt werden und weisen vorteilhafte technische Daten insbesondere eine große Hauptinduktivität, eine geringe Verlustleistung und damit auch einen guten Wirkungsgrad auf.

Eine ausführliche Beschreibung der Erfindung

erfolgt nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

- |               |  |
|---------------|--|
| Fig. 1a und b | Transformatoranordnung,  |
| Fig. 2        | Schaltbild zum Transformator,  |
| Fig. 3        | schematischer Aufbau des   |
|               | Wicklungspakets des Transformators,  |
| Fig. 4        | Wicklungspaket,  |
| Fig. 5a bis f | Metallteile des Wicklungspakets,   |
| Fig. 6        | übereinander gelegte Metallteile, die in den Figuren 5a und 5b gezeigt sind, |
| Fig. 7        | Isoliermaterialschicht.  |

Fig. 1a zeigt die Vorderansicht und Fig. 1b die Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Transformators 1. Der Transformator 1 enthält einen Kern 2 und ein Wicklungspaket 3 mit Anschlüssen 4, die entsprechend den in Fig. 2 gezeigten Anschlüssen mit 4.11, 4.13, 4.21, 4.22 und 4.23 näher bezeichnet sind. In Fig. 1a sind außerdem Bohrungen 5 zu erkennen, in die Verbindungsstifte 6 (siehe Fig. 5f) eingesetzt sind.

Fig. 2 zeigt das elektrische Schaltbild des in Fig. 1a und 1b gezeigten Transformators 1. Der Transformator 1 weist zwei Primärwicklungen 7a und 7b auf, sowie zwei Sekundärwicklungen 8a und 8b. Der Transformator 1 kann weitere Wicklungen, zum Beispiel für Hilfsspannungen enthalten. In dem in den Figuren 1a, 1b und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Primärwicklungen 7a und 7b in Reihe geschaltet, mit Hilfe einer Brücke 13, die mittels Verbindungsstiften 6 in der in Fig. 1a oberen Reihe von Bohrungen 5 realisiert ist, wie durch Vergleich mit den Figuren 5a und 5b verständlich wird. Ebenso sind die Sekundärwicklungen 8a und 8b elektrisch in Reihe geschaltet, wobei jedoch ein in Fig. 5e dargestelltes Metallteil 11 und Verbindungsstifte 6 verwendet sind, zur Realisierung einer sekundärseitigen Verbindungsstelle 14, die als Anschluß 4.22 herausgeführt ist.

In Fig. 3 ist der erfindungsgemäße schichtenweise Aufbau des Wicklungspakets 3 schematisch für das in den übrigen Figuren dargestellte Ausführungsbeispiel gezeigt. Dabei sind übereinander gestapelt: eine erste Isoliermaterialschicht 9, die zweite Primärwicklung 7b, eine weitere Isolierschicht 9, die zweite Sekundärwicklung 8b, eine Isolierschicht 9, die erste Sekundärwicklung 8a, eine Isolierschicht 9, die erste Primärwicklung 7a, eine Isolierschicht 9, ein Metallteil (siehe Fig. 5e) zur Herstellung der sekundärseitigen Verbindung zu den Wicklungsenden 14.1 und 14.2 über (in Fig. 3 nicht dargestellte) Verbindungsstifte 6 und eine obere Isolierschicht 9. Die Isoliermaterialschichten 9, der einzelnen Ebenen sind bezüglich ihrer Dicke entsprechend den jeweiligen Isolationsanforderungen bemessen. Die Isoliermaterialschichten sind etwas

großflächiger gestaltet als die Metallschichten 11, so daß durch Verbacken der Isolierschichten 9 in einem Herstellungsschritt bei dem durch Temperatur- und Druckeinwirkung eine Verformung der Isoliermaterialschichten bzw. ein Schmelzen des darin enthaltenen Harzes bewirkt wird, auch in einem Randbereich 10 sowie in Zwischenräumen der strukturierten Metallschichten 11 eine geschlossene elektrisch isolierende Schicht erreicht wird. Das schmelzbare Harz härtet beim Abkühlen aus und schafft eine nicht mehr lösbare Verbindung der Schichten des Wicklungspakets. Die Isoliermaterialschichten 9 können als mehrlagige Glasfasermatten oder -platten ausgeführt sein, wobei durch Wahl einer entsprechenden Lagenzahl den jeweiligen Isolationsforderungen entsprochen werden kann. Es kann zum Beispiel zur Isolierung von mehreren Sekundärwicklungen untereinander eine kleinere Lagenzahl ausreichend sein als zur Isolierung zwischen Primär- und Sekundärwicklungen.

Als Isoliermaterialschichten 9 kommen jedoch auch andere Isoliermaterialien in Betracht, wie zum Beispiel Keramikplatten, die beispielsweise im Direktverbindungsverfahren mit strukturierten Kupferfolien verbunden werden können.

Fig. 4 zeigt das Wicklungspaket 3 des in Fig. 1 dargestellten Transformators.

Die Figuren 5a bis 5f zeigen die Metallteile des Wicklungspakets 3. Die Figuren 5a bis 5d zeigen strukturierte Metallschichten 11, die als zum Beispiel 0,5 mm dicke Kupferbleche ausgeführt sind. Die Strukturierung zu flachen, zum Beispiel 5 oder 8 mm breiten, spiralförmigen Windungen einer Spule kann durch Stanzen, Ätzen oder andere Verfahren erreicht werden. Dabei werden zugleich angeformte äußere Anschlüsse 4.11, 4.13, 4.21 und 4.23 hergestellt. Zur Herstellung der Primärwicklung mit den Anschlüssen 4.11 und 4.13 werden zwei Teilwicklungen 7a und 7b mit je drei Windungen benutzt. Die in den Spiralen innenliegenden Wicklungsenden 13.1 und 13.2 werden miteinander verbunden zur Herstellung der in Fig. 2 gezeigten Brücke 13. Dazu werden die beiden Teilwicklungen 7a und 7b unter Zwischenfügung einer Isoliermaterialschicht 9 übereinander gelegt, wie in Fig. 6 gezeigt ist. Die Teilwicklungen 7a und 7b sind gleichartig gestaltet, sind jedoch spiegelbildlich zueinander übereinander gelegt, so daß die Wicklungsenden 13.1 und 13.2 übereinander liegen und mittels Verbindungsstiften 6 miteinander verbunden werden können, zur Realisierung der Brücke 13.

In ähnlicher Weise sind die sekundären Wicklungen 8a und 8b ausgeführt und übereinander gelegt, wobei jedoch die Brücke 14 durch Verbindung der Wicklungsenden 14.1 und 14.2 mit dem in Fig. 5e gezeigten Metallstück realisiert wird, wiederum mittels Verbindungsstiften 6, von denen einer in Fig. 5f gezeigt ist. Die Anordnung des in Fig.

5e gezeigten Metallstücks, das zugleich Anschluß 4.22 ist, ist in Fig. 1 mit gestrichelten Linien angedeutet.

Als Verbindungsstifte 6 sind Vierkantstifte aus einer Kupferlegierung vorgesehen, die in Bezug auf die Bohrungen 5 so bemessen sind, daß beim Einpressen der Stifte in die Bohrungen 5 eine Kaltverschweißung eintritt. Es versteht sich, daß die Stifte auch eine andere Form haben können und daß die elektrische und mechanische Verbindung auch auf andere Weise hergestellt werden kann.

Fig. 7 zeigt eine bevorzugte Ausführung der Isoliermaterialschicht 9, nämlich als Glasfasergewebematte oder -platte die ein schmelzbares Harz enthält. Es ist ebenso wie bei den strukturierten Metallschichten 11 in der Isoliermaterialschicht 9 ein Ausschnitt 15 für den Kern 2 freigehalten.

Abschließend wird ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung des Wicklungspakets des erfindungsgemäßen induktiven Bauelements anhand des in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels im Zusammenhang beschrieben. Das Verfahren kann als eine Kombination von Verbacktechnik, Vergußtechnik, Kunststoffgehäusetechnik und Kunststoffolientechnik angesehen werden.

Die Herstellung des Wicklungspakets erfolgt ausgehend von vorgefertigten gestanzten Kupferblechen und Isoliermaterialplatten in nachstehenden Schritten:

- a) Es werden mehrere Schichten aus Isoliermaterial bzw. aus zu spiralförmigen Wicklungen und Anschlüssen strukturierten Metallblechen in einem Stapel abwechselnd übereinander geschichtet, wobei
  - der Stapel mit je einer Isoliermaterialschicht begonnen und abgeschlossen wird,
  - die Isoliermaterialschichten den jeweiligen Isolieranforderungen z.B. durch entsprechende Schichtdicke angepaßt sind,
  - die Isoliermaterialschichten aus einem nur bei sehr hoher Temperatur schmelzenden Material, z.B. einem Glasgewebe oder einer Keramikplatte, bestehen und mit einem dagegen niedrigschmelzenden Kleber, z.B. einem Harz, z.B. durch Einlagerung oder Beschichtung kombiniert sind, und
  - elektrisch zu verbindende Wicklungsenden und Anschlußbleche sich überlappend übereinanderliegen, jedoch durch Isoliermaterialschichten getrennt sind;
- b) Der geschichtete Stapel wird unter Temperatur- und Druckeinwirkung verbacken, wobei die Isoliermaterialschichten und insbesondere der während dieses Prozesses schmelzen-

de Kleber die strukturierten Metallbleche dicht umschließen und Zwischenräume im Stapel ausfüllen;

c) Zur Herstellung elektrischer Verbindungen zwischen einzelnen Wicklungen oder Wicklungsteilen, sowie zwischen Wicklungsenden und -anschlüssen werden Bohrungen senkrecht zur Schichtenebene an den Stellen an denen sich zu verbindende Metallschichten überdecken durchgeführt und Verbindungsstifte, vorzugsweise Vierkantstifte, eingepreßt und dabei mit den Blechen kaltverschweißt, wobei eine feste und gasdichte Verbindung entsteht.

## Patentansprüche

1. Induktives Bauelement, insbesondere Transformator, mit wenigstens zwei Wicklungen, von denen jede eine oder mehrere Windungen aufweisen kann, dadurch gekennzeichnet, daß alle Wicklungen (7a, 7b, 8a, 8b) in einem gemeinsamen Wicklungspaket (3) angeordnet sind, das als mehrschichtige Stapelanordnung ausgeführt ist, wobei
  - a) abwechselnd Isoliermaterialschichten (9) und strukturierte Metallschichten (11) als Wicklungen (7a, 7b, 8a, 8b) übereinander gestapelt und zum Beispiel durch Temperatur- und Druckeinwirkung während der Herstellung zum Wicklungspaket (3) dauerhaft verbunden sind und
  - b) elektrische Verbindungen zwischen zu kontaktierenden, strukturierten Metallschichten (11) mittels metallischen Verbindungsstiften (6) hergestellt sind.
2. Induktives Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die strukturierten Metallschichten (11) zur Bildung von Wicklungen (7a, 7b, 8a, 8b) aus Kupfer- oder Aluminiumblech bestehen und zum Beispiel durch Stanzen als spiralförmiges, in einer Ebene flachliegendes Blechband ausgeführt sind.
3. Induktives Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Isoliermaterialschichten (9) aus ein- oder mehrlagigen Glasfasergewebeplatten bestehen, wobei Zwischenräume im Gewebe mit einem schmelzbaren Harz gefüllt sind.
4. Induktives Bauelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Verbindungsstift (6) zur Herstellung elektrischer Verbindungen im Wicklungspaket (3) Vierkant- oder Sechskantstifte verwendet sind, die an ausgewählten Stellen in Bohrungen (5) senkrecht zur Schichtenebene in das

Wicklungspaket (3) eingepreßt und kaltverschweißt sind.

5. Verfahren zur Herstellung eines induktiven Bauelements, zum Beispiel eines Transformators, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Wicklungen des Bauelements innerhalb eines Wicklungspakets angeordnet werden, wobei das Wicklungspaket in nachstehenden Schritten hergestellt wird:
  - a) Es werden mehrere Schichten aus Isoliermaterial bzw. aus zu spiralförmigen Wicklungen und Anschlüssen strukturierten Metallblechen in einem Stapel abwechselnd übereinander geschichtet, wobei
    - der Stapel mit je einer Isoliermaterialschicht begonnen und abgeschlossen wird,
    - die Isoliermaterialschichten den jeweiligen Isolieranforderungen z.B. durch entsprechende Schichtdicke angepaßt sind,
    - die Isoliermaterialschichten aus einem nur bei sehr hoher Temperatur schmelzenden Material, z.B. einem Glasgewebe oder einer Keramikplatte, bestehen und mit einem dagegen niedrigschmelzenden Kleber, z.B. einem Harz, z.B. durch Einlagerung oder Beschichtung kombiniert sind, und
    - elektrisch zu verbindende Wicklungsenden und Anschlußbleche sich überlappend übereinanderliegen, jedoch durch Isoliermaterialschichten getrennt sind;
  - b) Der geschichtete Stapel wird unter Temperatur- und Druckeinwirkung verbakken, wobei die Isoliermaterialschichten und insbesondere der während dieses Prozesses schmelzende Kleber die strukturierten Metallbleche dicht umschließen und Zwischenräume im Stapel ausfüllen;
  - c) Zur Herstellung elektrischer Verbindungen zwischen einzelnen Wicklungen oder Wicklungsteilen, sowie zwischen Wicklungsenden und -anschlüssen werden Bohrungen senkrecht zur Schichtenebene an den Stellen an denen sich zu verbindende Metallschichten überdecken durchgeführt und Verbindungsstifte, vorzugsweise Vierkantstifte, eingepreßt und dabei mit den Blechen kaltverschweißt, wobei eine feste und gasdichte Verbindung entsteht.

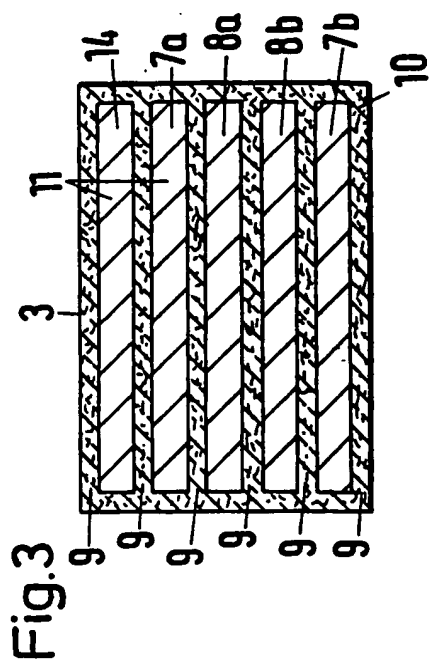
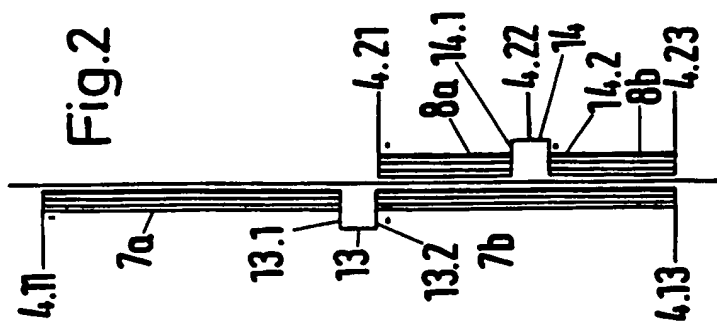
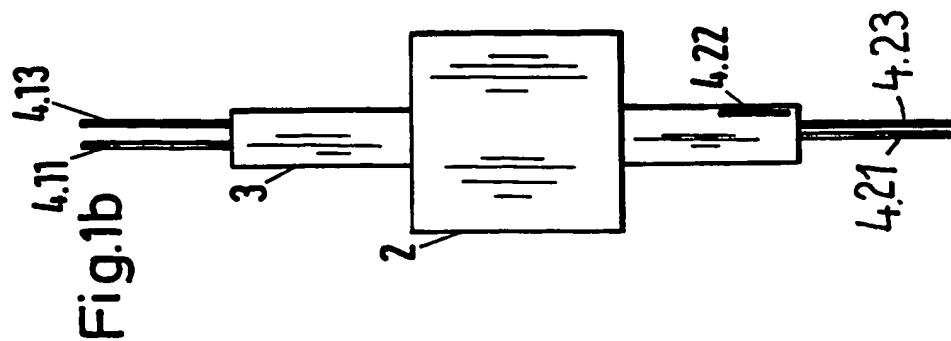
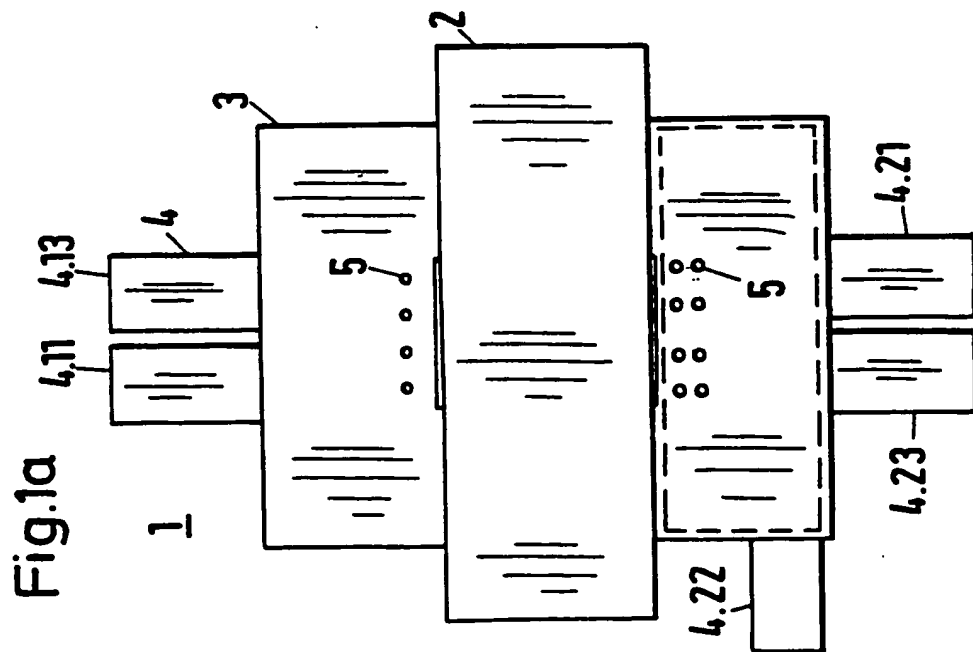
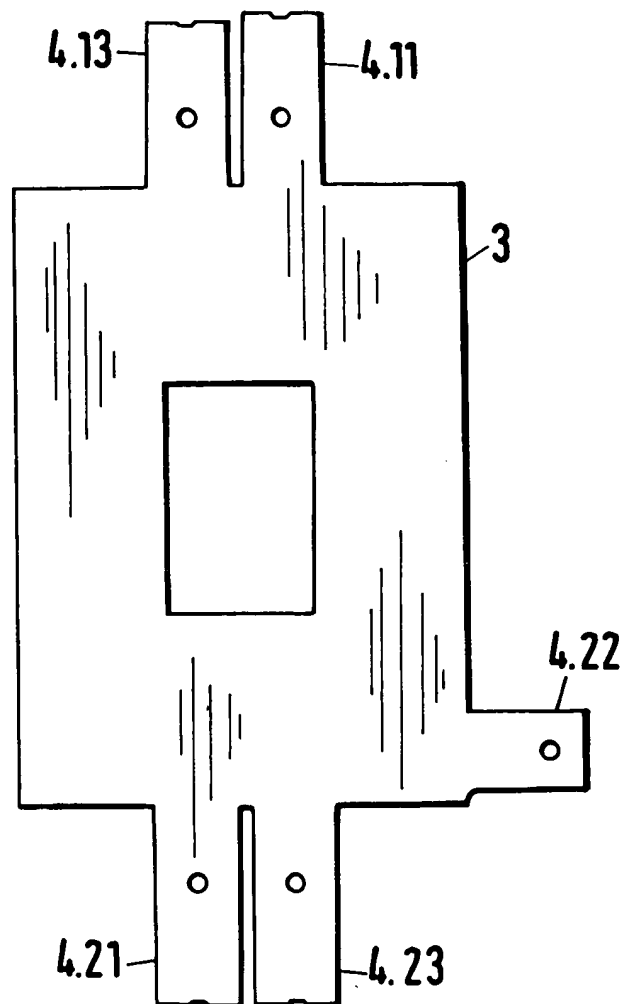


Fig.4



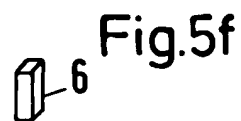
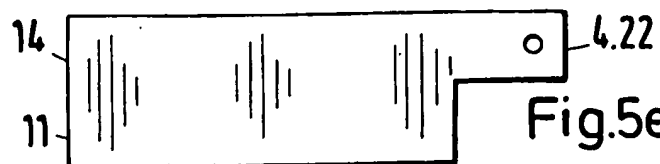
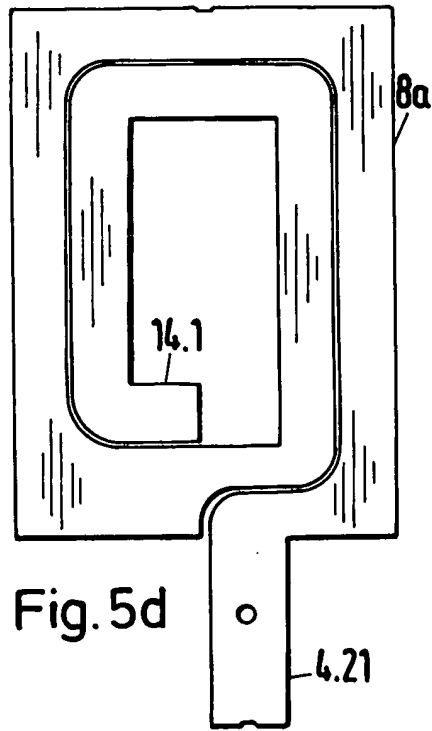
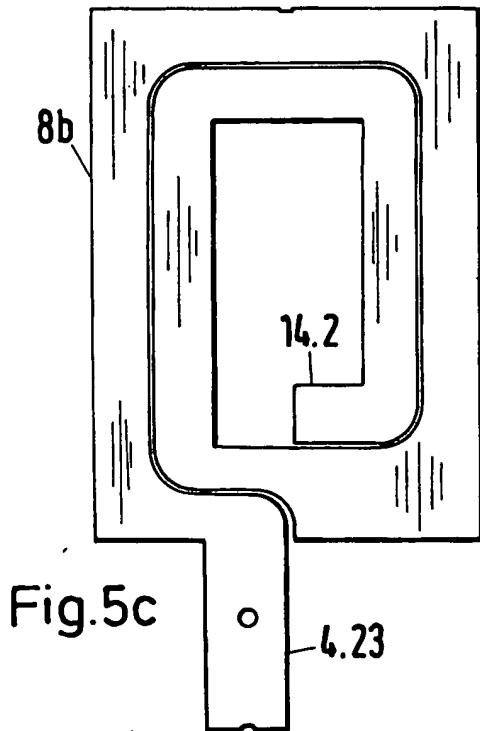
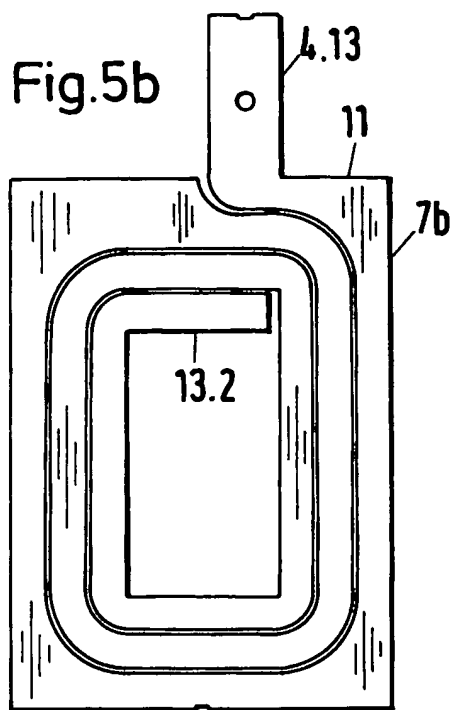
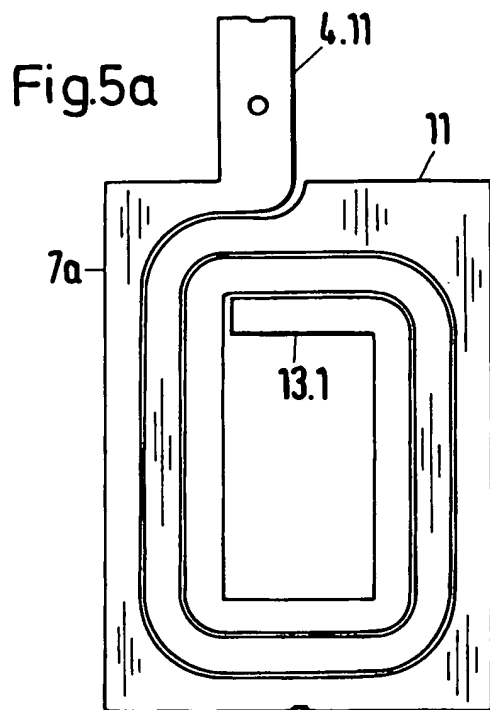


Fig.6

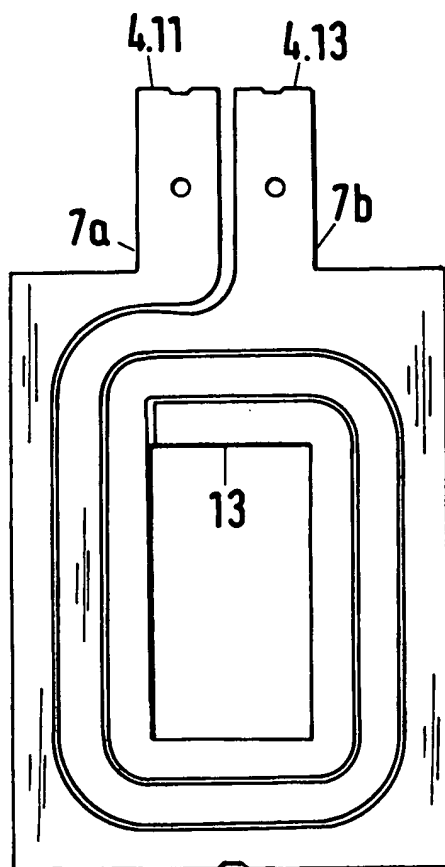
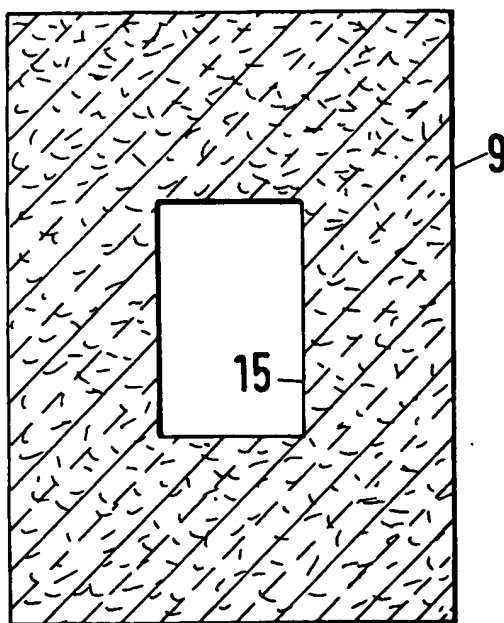


Fig.7







Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 1382

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 435 461 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY) * Spalte 1, Zeile 52 - Spalte 2, Zeile 6 * * Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 12; Abbildung 6 *	1,2	H01F27/32 H01F27/28 H01F41/12
A	FR-A-2 476 898 (SOCIETE EUROPEENE DE MINI-INFORMATIQUE ET DE SYSTEMES) * Seite 9, Zeile 25 - Zeile 32; Abbildung 6A *	1,2	
A	US-A-4 410 585 (MCLOUGHLIN) * Spalte 2, Zeile 15 - Zeile 33 * * Spalte 4, Zeile 26 - Zeile 28; Abbildung 2 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16 OKTOBER 1992	Prüfer MARTI ALMEDA R.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	